

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nlegungsschrift  
⑪ DE 3911812 A1

⑳ Aktenzeichen: P 39 11 812.6  
㉑ Anmeldetag: 11. 4. 89  
㉒ Offenlegungstag: 18. 10. 90

⑤1 Int.-Cl. 5:  
**G 01 N 27/22**  
G 01 K 13/00  
C 23 C 14/12  
C 23 C 14/34  
H 01 G 7/00

DE 3911812 A1

㉑ Anmelder:  
Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München, DE

㉒ Erfinder:  
Gerblinger, Josef, Dipl.-Phys., 8900 Augsburg, DE;  
Stein, Dieter, Dipl.-Phys., 8152 Holzkirchen, DE;  
Meixner, Hans, Dr., 8013 Haar, DE

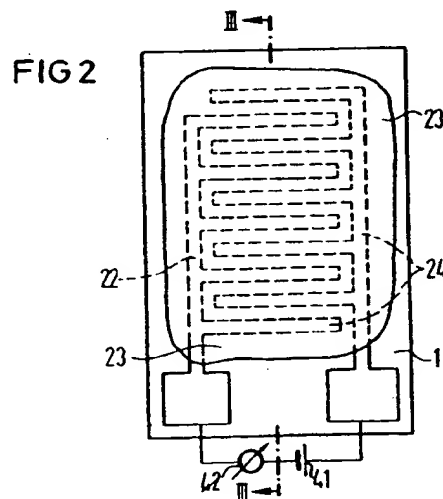
⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	34 40 351 A1
DE	34 09 401 A1
DE	30 39 561 A1
GB	12 98 453
GB	12 26 946
US	46 96 796
US	46 03 372
US	45 64 882
EP	00 57 728 B1

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Schneller Feuchtesensor auf Polymerbasis

Feuchtesensor mit gesputterter Polymer-Sensorschicht (3, 23). Eine integrierte Heizung zum Ausheizen kann vorgesehen sein. Temperaturkompensation kann durch elektronische Kompensation vorgesehen sein, wozu ein Temperatur-Sensorsignal einer der Elektroden benutzt sein kann.



DE 3911812 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Feuchtesensor auf Polymerbasis.

Bekannt sind Feuchtesensoren mit Polymerschichten als feuchteempfindlichem Element, wobei diese Polymerschichten durch Plasmapolymerisation oder durch Gießbeschichtung eines Substrats hergestellt sind. Die Ansprechzeiten derartiger Sensoren liegen im Bereich von Minuten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen Feuchtesensor auf Polymerbasis anzugeben, der einer dem Stand der Technik gegenüber erheblich geringere Ansprechzeit, z.B. deutlich unter einer Minute hat.

Diese Aufgabe wird durch einen Feuchtesensor gelöst, der die Merkmale des Patentanspruchs 1 aufweist. Weitere Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, eine der Materialzusammensetzung nach an sich bekannte dielektrische Polymerschicht als Sensorelement zu verwenden, die aber mittels Sputtern bzw. Kathodenzerstäubung hergestellt ist. Das Polymermaterial ist insbesondere Polytetrafluoräthylen PTFE.

Die Herstellung der dielektrischen Polymerschicht durch Sputtern ermöglicht es, sehr wassersensitive Schichten aus diesem Material herzustellen. Vorzugsweise sind die Schichtdicken auf 5 bis 5000 nm bemessen. Gesputterte Polymerschichten haben vergleichsweise zu ihrem Volumen bzw. ihrer Masse große Oberfläche und damit hohe Oberflächenaktivität. Die Feuchte-Ansprechzeit derartiger Schichtdicken ist schichtdickenabhängig. Dies ermöglicht wahlweise Feuchtesensoren mit Dielektronische Auswertung der Feuchteempfindlichkeit erfindungsgemäß hergestellter Schichten kann sowohl kapazitiv als auch resistiv erfolgen. Beim kapazitiven Meßprinzip wird der Effekt ausgenutzt, daß Wassermoleküle in den mikroskopischen Hohlräumen des amorphen Polymers adsorbiert werden und somit sich die Kapazität eines mit derartiger Polymerschicht aufgebauten Kondensators feuchteabhängig ändert.

Ist resistive Feuchtebestimmung mittels eines erfindungsgemäß hergestellten Feuchtesensors vorgesehen, wird das aufgesputterte Grundpolymer in einem weiteren Verfahrensschritt elektrisch leitfähig gemacht. Hierfür eignet sich z.B. das Sulphonieren des Polymermaterials.

Der Aufbau eines kapazitiven Feuchtesensors und der Aufbau eines resistiven Feuchtesensors, jeweils nach der Erfindung hergestellt, ist prinzipiell gleichartig.

Die Fig. 1 zeigt in Seitenansicht im Schnitt den Aufbau eines erfindungsgemäßen Feuchtesensors. Mit 1 ist ein plattenförmiges Substrat aus z.B.  $Al_2O_3$  bezeichnet. Die auf dem Substrat aufgebrachte Grundelektrode aus z.B. Platin, Platinmetall, oder Gold ist mit 2 bezeichnet. Bei elektrisch leitendem Substrat 1 erfolgt der elektrische Anschluß dieser Grundelektrode 2 (sofern diese Grundelektrode dann überhaupt vorgesehen ist) über dieses Substrat 1. Mit 3 ist die für die Erfindung wichtige, durch Sputtern bzw. Kathodenzerstäubung hergestellte Polymerschicht aus z.B. Polytetrafluoräthylen, Polyäthylen oder dgl. bezeichnet.

Mit 4 ist eine (elektrisch leitende) Deckelektrode bezeichnet, die auf der Polymerschicht 3 aufliegt. Die Deckelektrode besteht aus einer dünnen porösen Schicht oder sie ist durch Strukturierung und dgl. so ausgeführt, daß in beiden Fällen Feuchteeinwirkung auf die Polymerschicht 3 aus der den Sensor umgebenden

Atmosphäre erfolgen kann.

Es ist ein elektrischer Anschluß 32 für die Grundelektrode 2 und ein Anschluß 34 für die Deckelektrode 4 vorgesehen.

Die Ausführungsform nach Fig. 1 ist insbesondere als kapazitiv arbeitender Feuchtesensor geeignet.

Fig. 2 zeigt eine Ausführungsform, die besonders vorteilhaft für einen resistiv arbeitenden Feuchtesensor nach der Erfindung geeignet ist. Mit 1 ist wiederum ein Substrat bezeichnet, das elektrisch isolierend ist oder mit einer elektrisch isolierenden Schicht versehen ist. Mit 22 und 24 sind die beiden Kämme einer interdigitalen Zwei-Elektrodenstruktur bezeichnet. Die ineinandergreifenden Finger der einen Elektrodenstruktur 22 einerseits und der anderen Elektrodenstruktur 24 andererseits ergeben eine prinzipielle Parallelschaltung der elementaren Widerstandszellen.

Fig. 3 zeigt eine Schnittansicht der Fig. 2. Mit 23 ist die feuchtesensitive Polymerschicht bezeichnet, die erfindungsgemäß durch Sputtern hergestellt ist. Aufgrund ihrer Porosität ist die Polymerschicht 23 geeignet, Feuchte der Umgebung rasch aufzunehmen, so daß sich mit entsprechend kurzer Ansprechzeit der elektrische Widerstand in der Schicht 23 und damit zwischen den Elektroden 22 und 24 ändert. Die Änderung des elektrischen Widerstands zwischen den Elektroden 22 und 24 ist ein Maß für den Feuchtegrad der den Sensor umgebenden Atmosphäre.

Eine Elektroden-Ausführungsform nach Fig. 2 ist auch für einen kapazitiven Feuchtesensor nach Fig. 1 geeignet, nämlich dann von Vorteil, wenn es Schwierigkeit bereitet, eine genügend feuchtedurchlässige Deckelektrode 4 herzustellen.

In Fig. 2 ist lediglich schematisch auch eine Meßvorrichtung angegeben. Mit Hilfe der Spannungsquelle 41 wird elektrischer Strom durch den Sensor nach Fig. 2 geschickt. Mit Hilfe einer Anzeigeeinrichtung 42 wird das Maß des fließenden elektrischen Stroms ermittelt, das auch ein Maß für die jeweilige Feuchtigkeit ist, die aufgrund der Feuchtigkeit der umgebenden Atmosphäre im Polymermaterial der Schicht 23 herrscht.

Die Grundelektrode, die aus einer dünnen Metallschicht besteht, kann auch die Form eines Mäanders haben. Sie kann dann zusätzlich als Temperatursensor dienen. Dies beruht darauf, daß der elektrische Widerstand von Metallen in bestimmten Temperaturbereichen annähernd linear mit der Temperatur wächst.

Mit dem zusätzlichen Temperatursensor-Signal ist es möglich, bei entsprechender Ausbildung der Auswertelektronik, außerdem auch die an sich vorhandene Temperaturabhängigkeit des Feuchtesensors auf elektronischem Wege zu kompensieren.

Ein erfindungsgemäßer Feuchtesensor läßt sich in planarer Technologie herstellen. Damit hat ein solcher Feuchtesensor eine hohe Kompartibilität zur sog. SMT-Technologie (surface mount technology). Damit bietet sich für den erfindungsgemäßen Feuchtesensor die Möglichkeit kostengünstiger Großserienfertigung.

Von Feuchtesensoren her ist es bekannt, daß sie sich im Laufe ihres Betriebs mit Wasserdampf sättigen und damit ihre Empfindlichkeit stark reduziert wird. Eine Weiterbildung der Erfindung besteht darin, einen erfindungsgemäßen Feuchtesensor mit planarem Aufbau mit einer elektrischen Heizung zu versehen. Der Feuchtesensor und diese elektrische Heizung sind miteinander integriert aufgebaut. Zum Beispiel kann die eine der beiden Elektroden (Grundelektrode, Deckelektrode) so ausgestaltet und betrieben sein, daß sie außerdem auch

als elektrische Heizung verwendbar ist. Durch Aufheizen wird der Sensor immer wieder in einen definierten Grundzustand zurückversetzt.

Das erfindungsgemäß verwendete Sputter-Verfahren zur Herstellung der Polymerschicht bietet die Möglichkeit, eine Vielzahl gleicher Sensoren mit entsprechend gleichen Eigenschaften nebeneinander auf einem Substrat anzuordnen.

Eine quasi kontinuierliche Bestimmung der Luftfeuchte ist möglich, wenn man mindestens zwei identische Einzelsensoren so betreibt, daß während der Zeit, während der eine Sensor ausgeheizt, der andere Sensor die Funktion als Feuchtesensor ausführt.

#### Patentansprüche

15

1. Feuchtesensor auf Polymerbasis mit einer feuchtesensitiven, aus dem Polymer bestehenden Schicht, wobei Material dieser Schicht sich zwischen zwei Elektroden befindet, **gekennzeichnet** **dadurch**, daß dieses Polymermaterial der Schicht (3, 23) aufgesputtertes (kathodenzerstäubtes) Material ist.

20

2. Feuchtesensor nach Anspruch 1, gekennzeichnet **dadurch**, daß sich das aufgesputterte Polymer als Schicht (3) zwischen zwei Elektroden (2, 4) befindet.

25

3. Feuchtesensor nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet **dadurch**, daß eine zwischen der Polymerschicht (3) und der Atmosphäre, deren Feuchtigkeit zu messen ist, befindliche Deckelektrode (4) feuchtigkeitsdurchlässig ausgeführt ist.

30

4. Feuchtesensor nach Anspruch 3, gekennzeichnet **dadurch**, daß diese Deckelektrode (4) eine Gitterstruktur aufweist.

5. Feuchtesensor nach Anspruch 3, gekennzeichnet **dadurch**, daß diese Deckelektrode (4) porös ist.

35

6. Feuchtesensor nach Anspruch 1, gekennzeichnet **dadurch**, daß eine Interdigitalstruktur aus zwei kammförmigen, ineinandergreifenden Elektroden (22, 24) vorgesehen ist, wobei Material der feuchtesensitiven Schicht (23) die Zwischenräume zwischen den Elektroden (22, 24) wenigstens weitgehend ausfüllt.

40

7. Feuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 6, gekennzeichnet **dadurch**, daß eine elektrische Heizung in integrierter Bauweise vorgesehen ist.

45

8. Feuchtesensor nach Anspruch 7, gekennzeichnet **dadurch**, daß eine der Elektroden (2, 4; 23, 24) zusätzlich als Heizung betrieben ist.

9. Feuchtesensor nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet **dadurch**, daß eine der Elektroden (2, 4; 23, 24) außerdem auch als Temperatursensor vorgesehen ist.

50

10. Feuchtesensor nach Anspruch 9, gekennzeichnet **dadurch**, daß die Auswerteelektronik so ausgebildet ist, daß mit dem Temperatursensor-Signal der einen Elektrode das temperaturabhängige Feuchte-Sensorsignal elektronisch temperaturinvariant gemacht wird.

55

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

60

65

FIG 1

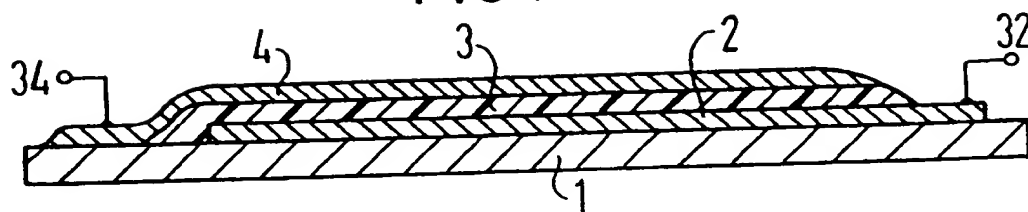


FIG 2

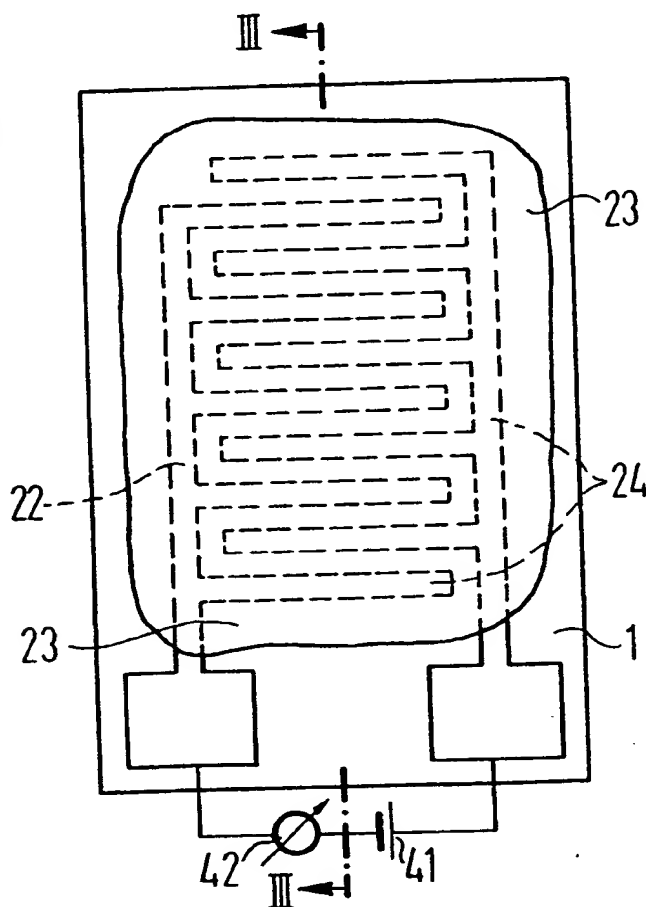


FIG 3

